

УДК 519.254:519.600:519.674

Ю. М. Архангельська

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

## ЛОКАЛЬНА ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «AQUAGIS»

Пропонується опис розробленої локальної геоінформаційної системи «AquaGIS», яка призначена для збору, зберігання, аналізу, обробки та видачі картографічної, графічної та текстової інформації, що відображає соціально-гігієнічну обстановку, а також вплив шкідливих факторів навколишнього середовища на якість питної води.

**Ключові слова:** *територіальний гідрохімічний моніторинг, геоінформаційна система, питна вода.*

Предлагается описание разработанной геoinформационной системы «AquaGIS», предназначенной для сбора, хранения, анализа, обработки и выдачи картографической, графической и текстовой информации, отображающей социально гигиеническую обстановку, а также влияние вредных факторов окружающей среды на качество питьевой воды.

**Ключевые слова:** *территориальный гидрохимический мониторинг, геoinформационная система, питьевая вода.*

Description of the developed geographic information system of «AQUAGIS», which is intended for collection, storage, analysis, treatment and delivery cartographic, graphic and text information, which represents socially a hygienical situation, and also influence of harmful factors of environment on quality of drinking-water, is offered.

**Key words:** *territorial hydrochemical monitoring, geoinformation system, drinking-water.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими дослідженнями.** Територіальний гідрохімічний моніторинг (ТГХМ), як складова частина моніторингу біотехносфери, включає:

1. Виявлення та класифікацію джерел і чинників формування техногенних гідрохімічних аномалій; загальних фізико-хімічних і біохімічних показників, що підлягають контролю.
2. Своєчасне виявлення і прогнозування розвитку негативних процесів, що впливають на якість вод і стан водних об'єктів.

3. Розробку і реалізацію мір по запобіганню шкідливим наслідкам цих процесів.
4. Оцінку ефективності здійснюваних водозахисних заходів.
5. Інформаційне забезпечення управління і контролю в області використання і охорони водних об'єктів.

Використання ГІС дозволить виконати загальні положення ТГХМ та реалізувати комплексний підхід по одержанню оперативної інформації про екологічний стан гідросфери, ранжируванню всіх видів джерел забруднення ПВ, виявленню найбільш небезпечних забруднювачів з позицій екологічного нормування, в основі якого лежать нормативи гранично-допустимих шкідливих дій як на природні об'єкти, так і на стан здоров'я людини.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких розпочато вирішення даної проблеми.** Враховуючи сучасний стан інформаційного забезпечення систем аналізу даних ТГХМ [1-10] можна зробити наступні висновки:

- системи, що призначено для аналізу даних ТГХМ, здебільшого вирішують задачі статистичного характеру з обчисленням характеристик середньої концентрації ГХП, максимальної та мінімальної концентрації ГХП та зведень долі показників, що перевищують норми ГДК, візуалізація результатів подана лише звідними таблицями та графіками;

- у більшості випадків інформаційне забезпечення ТГХМ, що можна застосувати для питних потреб, також зосереджене на вирішенні задач статистичного аналізу;

- задача оцінки ймовірностей знаходження показників ПВ у заданих станах, що є однією з основних задач під час оцінки факторів навколишнього середовища для запобігання їх шкідливому впливу на стан здоров'я населення, в діючих ГІС не знайшла свого застосування.

- задачі прогнозування та картографування мають малий відсоток застосування. Однак, вирішення задачі прогнозування дозволить спеціалістам своєчасно приймати рішення щодо усунення негативних наслідків техногенного навантаження.

- візуалізація результатів представлена лише графіками, таблицями і, в деяких випадках, спробами картографічного відображення. Картографування у сучасних системах здебільшого виражається в нанесенні на план території діаграм концентрацій ГХП у точці водозабору, що не надають можливості загальної оцінки зміни концентрації речовин, на території, що аналізується. Крім того, останнє представлення є найбільш важливим, коли водозабори знаходяться в одному водоносному

горизонті, що надає можливість контролю і локалізації забрудненої території.

**Постановка задачі.** За результатом проведеного аналізу стану сучасного програмного забезпечення при вирішенні задач гідрохімічного моніторингу питної води поставлено задачу врахувати вище вказані обмеження програмних середовищ та розробити локальну геоінформаційну систему «AquaGIS». До основи обчислювальної технології для побудови неінформаційної системи пропонується покласти методи статистичного аналізу, теорії марковських процесів, методів прогнозування та регресійного аналізу за використанням поліноміальних сплайн-операторів як таких, що враховують локальні особливості багатомодальних функцій спостереження.

**Основний матеріал.** Геоінформаційна система «AquaGIS» є логічним продовженнями системи «GISThreeD» [11] і розроблена для використання на обчислювальних машинах під керуванням операційних систем сімейства Windows® XP/Vista®/7. Мінімальні потреби до апаратного та програмного забезпечення для функціонування системи: центральний процесор Intel® Pentium® III з тактовою частотою 1000MHz; 70Мб дискового простору; 512Мб оперативної пам'яті, монітор з роздільною здатністю 1024 x 768 пікселів; операційна система Microsoft® Windows® XP. Рекомендована конфігурація: центральний процесор Intel® DualCore™ з тактовою частотою 1800MHz; 1Гб або більше операційної пам'яті; монітор з роздільною здатністю 1280 x 1024 пікселів або більше; відеоадаптер з підтримкою технології OpenGL; операційна система Microsoft® Windows® XP.

Схематично функціональну структуру «AquaGIS» можна представити у вигляді трьох блоків: інформаційного, аналітичного та блоку візуалізації (вихідної інформації) (рис.1).

Структура даних ГІС у системі ТГХМ представляє собою сукупність інформаційних шарів, основою яких є об'єкт з однаковими семантичними відомостями та однотипністю проведення операцій (геореляційна модель даних).

Для задач ТГХМ виділено наступні інформаційні шари: *цифрова модель рельєфу (ЦМР), точки водозабору води, населенні пункти, територіальні особливості.*

*Аналітичний блок (Підсистема аналізу)* складає ядро системи обробки даних ТГХМ ПВ та уявляє собою сукупність математичних методів для розв'язання задач ТГХМ ПВ (рис.2).

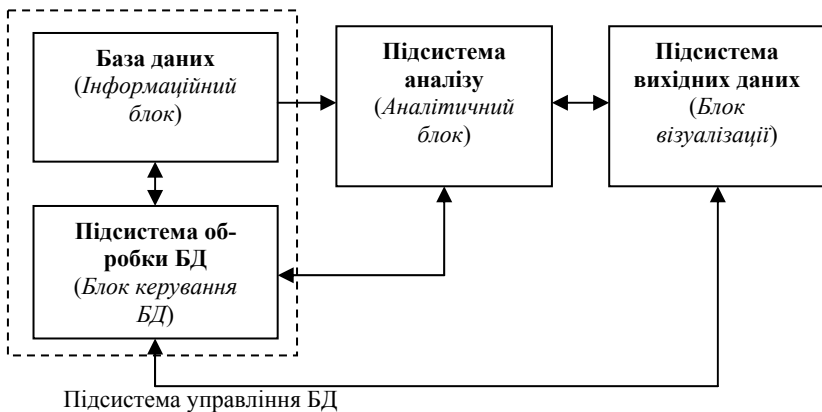


Рис.1. Функціональна структура системи «AquaGIS»

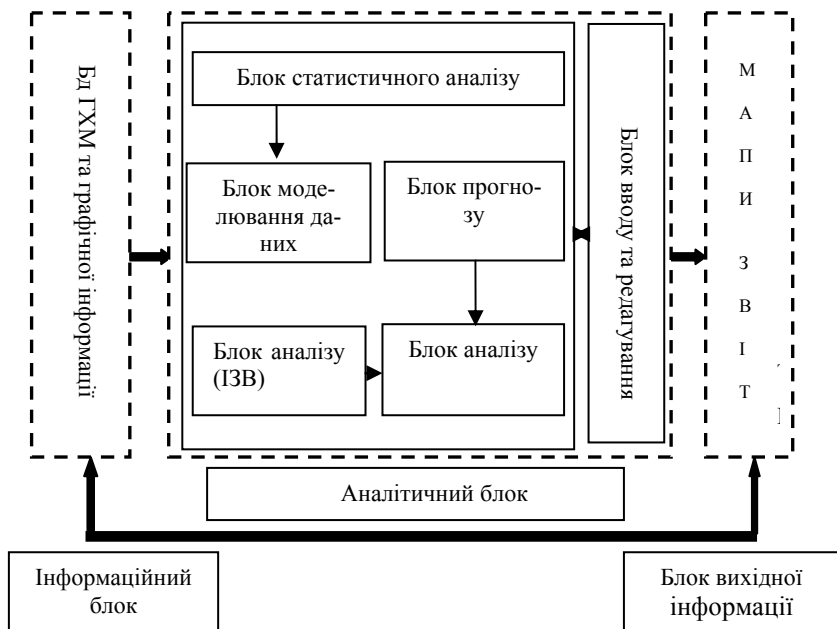


Рис.2. Структура аналітичного блоку ГІС «AquaGIS»

*Блок статистичного аналізу* включає ПСА, вилучення аномальних значень, відтворення нормального закону розподілу; обчислювальні схеми критеріїв однорідності для визначення кількості водозаборів для раціонального проведення моніторингу.

*Блок моделювання* призначено для аналізу ГХП за допомогою методу, заснованому на використанні марковських процесів для оцінки стану гідрохімічної системи.

Аналітичний блок системи складається з наступних блоків:

*Блок прогнозу* призначено для проведення прогнозування за рядом ГХП ПВ.

*Блок аналізу* містить методи обробки просторової інформації, що засновані на використанні *B*-сплайнах [12], близьких до інтерполяційних у середньому.

*Блок аналізу гідрохімічної інформації (ІЗВ)* призначено для аналізу стану ПВ за ІЗВ якості води.

*Блок вводу інформації* містить процедури та функції введення та редагування просторових даних та даних ТГХМ.

Аналітичний блок дозволяє виконати аналіз гідрохімічних даних для отримання якісно нової інформації у формі, яка оптимальна для підготовки управлінських рішень.

До функціональних можливостей базової системи (відтворення та візуалізація поверхонь та гіперповерхонь за даними, визначеними на нерегулярних сітках вузлів; отримання розрізів гіперповерхонь; проведення ПСА; побудова матриць кореляції речовин) було додано ряд нових, специфічних до області дослідження, можливостей:

- формування та оновлювання БД місць водозабору, просторової інформації, проб води за ГХП;
- забезпечення можливості обробки великих об'ємів інформації;
- ведення та аналізування довідників різного типу: довідника ГДК забруднюючих речовин у ПВ, довідника класу шкідливості речовин, довідника за класами води;
- ведення та пошук точок забору проб води на мапі місцевості;
- відображення тематичних мап;
- відображення просторової інформації;
- відображення інформації про ГХП ПВ у точках забору;
- проведення часового аналізу змін концентрацій речовин у точках забору ПВ;
- оцінка стану ПВ за ІЗВ;
- оцінка ймовірностей знаходження ГХП ПВ в зонах контролю;

- визначення кількості точок забору води для раціонального проведення моніторингу;
- формування звітності та відображення на мапі точки забору води з ГДК перевищення норми;
- формування довідок про якість ПВ у точці забору на заданий період. Локальна ГІС «AquaGIS» складається з головного вікна (рис.3) та ряду допоміжних вікон.

Вікно «Первинний статистичний аналіз» було доповнено можливістю перевірки даних на однорідність та побудови моделей марковських процесів і перейменовано у «Ймовірно-статистичне опрацювання».

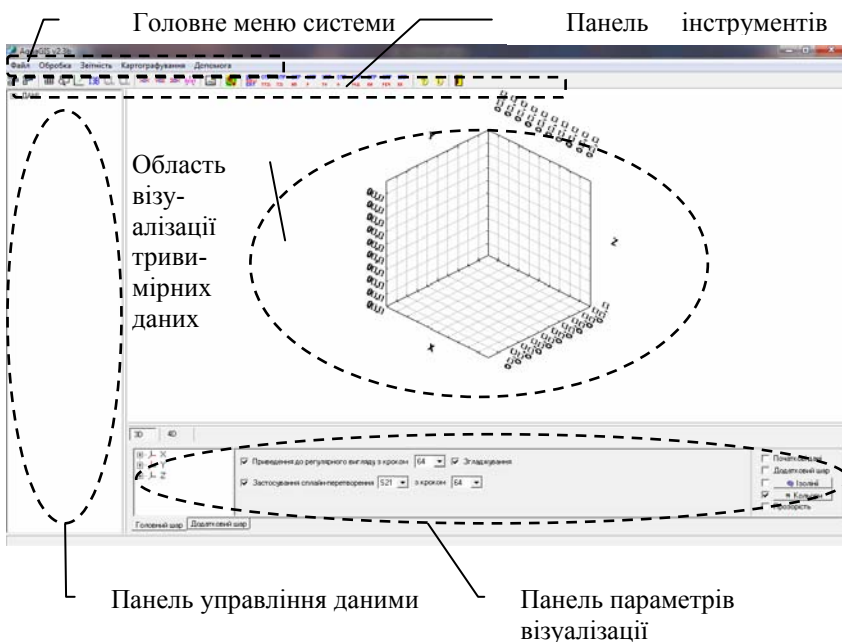
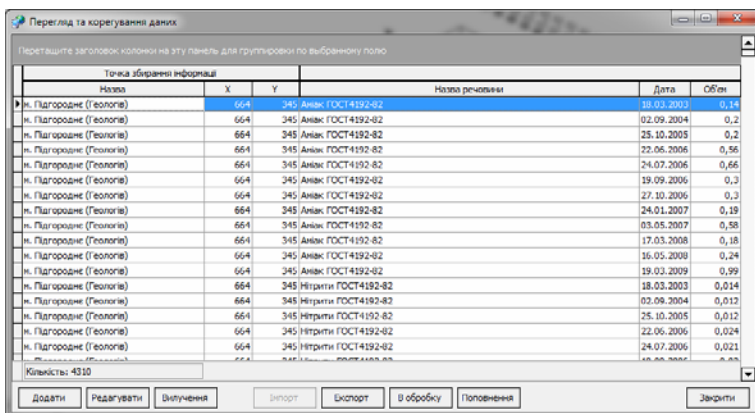


Рис. 3. Головне вікно системи «AquaGIS»

Ще одним нововведенням у вікні «Ймовірно-статистичне опрацювання» є можливість проведення прогнозування з використанням однієї з семи моделей, що складаються з моделей без сезонного ефекту (Бокса-Дженкінса; Тейла-Вейджа; Брауна) та з сезонною складовою (моделі лінійного та експоненційного зростання з накладанням адитивної або мультиплікативної складової). На відміну від системи

«GISThreeD» дані в яку імпортувались із зовнішніх текстових файлів, у системі «AquaGIS» з'явилась БД для зберігання параметрів об'єктів дослідження. У зв'язку із впровадженням БД до системи було додано відповідні вікна для перегляду/редагування даних. Вікно «Перегляд та корегування даних» надає користувачеві можливість переглядати дані ТГХМ із сортуванням та накладанням фільтрування. Додавати інформацію щодо нових замірів, вносити корегування в існуючі дані, вилучати зайву інформацію, імпортувати дані із зовнішніх джерел, проводити експорт даних до зовнішніх файлів та до панелі управління даними головного вікна, а також проводити поповнення послідовностей відліків функції спостережень (рис.4).



**Рис.4** Перегляд БД системи «AquaGIS»

За результатами аналізу ПВ можуть бути побудовані мапи оцінки зміни концентрації ГХП ПВ на території, що досліджується, за початковими даними та результатами прогнозування (рис.5), стану ПВ за ІЗВ (рис.6) з нанесенням населених пунктів, точок збирання даних, позначенням обласних центрів, районів та виведенням інших необхідних об'єктів інформація про які міститься в БД системи.

На побудовані мапи наноситься інформація про масштаб та градацію кольорів. Результати візуалізації можуть бути збережені до файлу графічного формату BMP для використання у звітах.

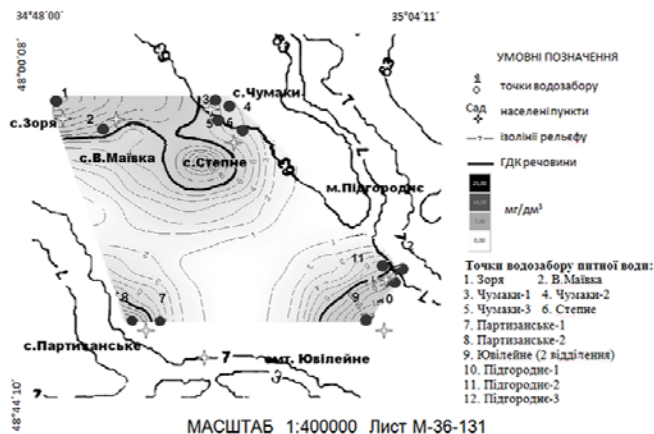


Рис.5. Мапа зміни концентрації речовини з зазначенням рівня концентрації

Панель керування параметрами відображення

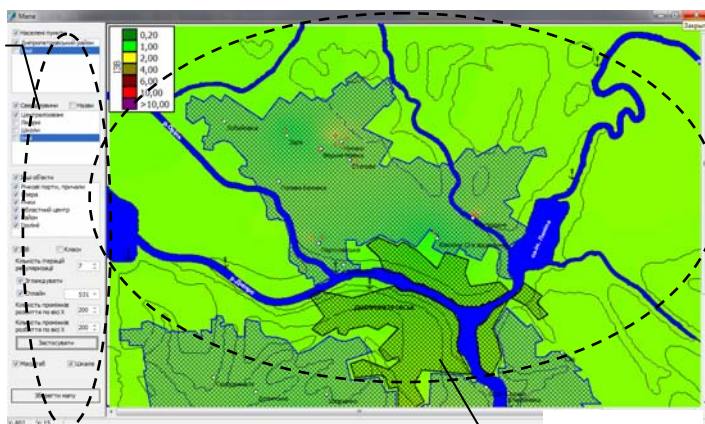


Рис.6. Форма відображення мап

Мапа

**Висновки.** У даній роботі наведено опис розробленої локальної геоінформаційної системи «AquaGIS». Застосування системи дає можливість оцінити екологічний стан території, що досліджується, підвищити якість прогнозу розвитку небезпечних геологічних процесів та проводити комплексний просторово-часовий аналіз даних екологічного моніторингу. Розроблену систему «AquaGIS» рекомендовано використовувати для потреб санітарно-епідеміологічних станцій різного рівня для оцінки



якості питної води, а також для статистичної обробки даних в автоматизованих системах керування та обробки інформації народногосподарської діяльності.

### Бібліографічні посилання

1. ГИС-решение для мониторинга качества питьевой воды в Киеве от компании «Арт-мастер» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/31415.html>
2. «ГИС ВОДА» на службе у санитарных врачей [Электронный ресурс] / А. Губерниев, Е. Сурикова, С. Филиппов // ArcReview. – 2008. – № 3 (46). – Режим доступа: [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_46/161\\_Sanitary.html](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_46/161_Sanitary.html).
3. GIS application during feasibility study for ground water model // GIS'91: Geogr. Inf. Syst.: Multiple Represent. and Module Uses. – Brno (Czech Rep.). – 1991. – P.129.
4. Опыт создания ГИС экологического мониторинга источников питьевого водоснабжения в бассейне реки Днепр [Электронный ресурс] / П. И. Матвеев, Н. С. Глазнева, И. Д. Данилов, С. А. Фаныгин, Н. Н. Шахова // ArcReview, – 2008. – №1 (44). – Режим доступа: [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_44/17\\_VodSnab.html](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_44/17_VodSnab.html)
5. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки [Электронный ресурс] / В.В. Алексеев, Н.И. Куракина, Н.В. Орлова // ArcReview. – 2006. – №1(36) – Режим доступа до журн.: [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_36/12\\_cvall.html](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_36/12_cvall.html)
6. Пространственное моделирование загрязнения водных объектов [Электронный ресурс] / Н.И. Куракина, В.Н. Емельянова, С.А. Коробейников, Е.С. Никанорова // ArcReview. – 2006. – № 1 (36). – Режим доступа до журн.: [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_36/12\\_cvall.html](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_36/12_cvall.html)
7. ГИС-визуализация информации о качестве питьевой воды в водораспределительной сети города [Электронный ресурс] / В.Я. Кобылянский, А.А. Панасенко, С.Н. Вавилов. – Режим доступа: [http://www.spkb.com/public\\_articles.php?id=38](http://www.spkb.com/public_articles.php?id=38).
8. Опыт создания ГИС экологического мониторинга источников питьевого водоснабжения в бассейне реки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_44/17\\_VodSnab.html](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_44/17_VodSnab.html).
9. Региональная ГИСППР управления природными ресурсами для ОГВ на основе картографического WEB-портала // ИнтерКар-

- то/ИнтерГИС 10: Устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт: междунар. конф., 12–19 июля 2004 г.: матер. конф.– Владивосток, 2004. – С.143 – 148.
10. Розробка геоінформаційних аналітичних систем державного моніторингу довкілля Вінницької області [Електронний ресурс] / В. Б. Мокін – Режим доступу: <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=829>.
11. **Приставка П. О.** Система картографічного георозвідувального моніторингу / П. О. Приставка, Ю. В. Самарець // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – Д., 2004. – Т.8. – С. 119-128.
12. **Приставка П. О.** Поліноміальні сплайни при обробці даних: монографія / П. О. Приставка – Д., 2004. – 236 с.

*Надійшла до редколегії 15.09.11*